

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-186135

(43)公開日 平成9年(1997)7月15日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	B
H 0 5 H 1/46			H 0 5 H 1/46	A

審査請求 未請求 請求項の数16 F D (全 11 頁)

(21)出願番号	特願平7-353804	(71)出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22)出願日	平成7年(1995)12月27日	(72)発明者	宮川 拓也 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72)発明者	宮下 武 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72)発明者	高橋 克弘 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(74)代理人	弁理士 井上 一 (外2名)

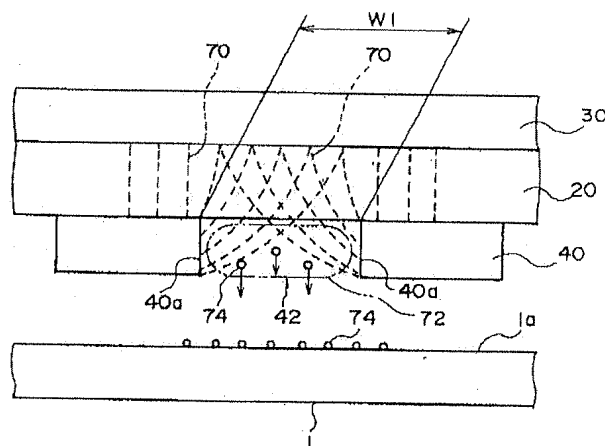
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 沿面放電を用いた表面処理装置及びその方法

(57)【要約】

【課題】 被処理体へのダメージが少なく、処理レートの速い沿面放電を用いた表面処理装置及びその方法を提供すること。

【解決手段】 誘電体20を挟んで配置された第1の電極30及び第2の電極40を含む沿面放電用電極10を有する。第1の電極30には交流電源50が接続され、接地された第2の電極40は開口42を有する。開口42近傍の領域72に沿面放電を誘起して、該沿面放電により生成された活性種74により、第2の電極40と対向して近接配置された被処理体1の表面1aを処理する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体を挟んで配置された第1の電極及び第2の電極を含む沿面放電用電極を有し、前記第1の電極には交流電源が接続され、接地された前記第2の電極は開口を有し、前記開口近傍に沿面放電を誘起して、該沿面放電により生成された活性種により、前記第2の電極と対向して近接配置された被処理体の表面を処理することを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項2】 請求項1において、前記第2の電極の外形は、前記第1の電極の外形よりも大きく形成されていることを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項3】 請求項1又は2において、前記第2の電極は、前記開口が複数のスリットとして形成され、該スリットにより複数の帯状の電極パターン部が形成されていることを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項4】 請求項1又は2において、前記第2の電極は、前記開口が縦横にそれぞれ複数形成され、複数の前記開口により格子状の電極パターン部が形成されていることを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかにおいて、前記第2の電極の前記開口と非対向となる位置にて、前記第1の電極に開口が形成されていることを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかにおいて、前記第2の電極を覆って耐プラズマ性の保護膜が形成されていることを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかにおいて、前記第1の電極の電極は金属ブロックにて形成され、前記誘電体及び前記第2の電極は薄膜にて形成され、前記金属ブロックを温調する手段をさらに設けたことを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項8】 請求項1乃至6のいずれかにおいて、前記第1の電極の電極は金属ブロックにて形成され、前記誘電体及び前記第2の電極は薄膜にて形成され、前記金属ブロック側に前記誘電体を真空吸引する手段をさらに設けたことを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれかにおいて、前記第2の電極は、インピーダンス調整手段を介して接地されていることを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項10】 誘電体の一面に配置された第1の電極に交流電圧を印加し、前記誘電体の他の面に配置された開口付きの第2の電極を接地して、前記第2の電極の前記開口近傍に沿面放電を誘起する工程と、

前記第2の電極に被処理体を近接配置して、前記第2の電極と対向する前記被処理体の表面を、前記沿面放電により生成された活性種により処理する工程と、を有することを特徴とする沿面放電を用いた表面処理方法。

【請求項11】 請求項10において、前記第2の電極の外形を前記第1の電極の外形よりも大きく形成しておき、前記第2の電極の周縁部に形成される沿面放電を、前記第1の電極側に偏位させた位置に誘起して、前記被処理体へのプラズマダメージを低減することを特徴とする沿面放電を用いた表面処理方法。

【請求項12】 請求項10又は11において、前記活性種により、前記被処理体の表面の改質処理、アッシング又はエッチングのいずれかの処理を行うことを特徴とする沿面放電を用いた表面処理方法。

【請求項13】 請求項10乃至12のいずれかにおいて、前記第1の電極、誘電体及び第2の電極から成る積層形状を、平坦面以外の形状を持つ前記被処理体の被処理面に倣って形成して、該被処理面を処理することを特徴とする沿面放電を用いた表面処理方法。

【請求項14】 請求項10乃至13のいずれかにおいて、大気圧又はその近傍の圧力下にて前記沿面放電が誘起されることを特徴とする沿面放電を用いた表面処理方法。

【請求項15】 第1の誘電体と、前記第1の誘電体の一面に形成され、交流電源が接続された第1の電極と、前記第1の誘電体の他の面に形成され、開口を有する第2の電極と、前記開口内に埋め込み又は封入されて前記第2の電極を平坦化させる第2の誘電体と、前記第2の電極の平坦化された面を覆って配置された第3の誘電体と、を含む沿面放電用電極を有し、

前記第2の電極の開口と対向する位置にて前記第3の誘電体の表面に沿面放電を誘起して、該沿面放電により生成された活性種により、前記第3の誘電体と対向して近接配置された被処理体の表面を処理することを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【請求項16】 第1の誘電体と、前記第1の誘電体の一面に形成され、交流電源が接続された第1の電極と、前記第1の誘電体の他の面に形成された第2の誘電体と、前記第2の誘電体内に埋め込み形成され、開口を有する第2の電極と、を含む沿面放電用電極を有し、前記第2の電極の開口と対向する位置にて前記第2の誘電体の表面に沿面放電を誘起して、該沿面放電により生

成された活性種により、前記第2の誘電体と対向して近接配置された被処理体の表面を処理することを特徴とする沿面放電を用いた表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、沿面放電を用いた表面処理装置及びその方法に関する。

【0002】

【背景技術及び発明が解決しようとする課題】本願出願人は、従来の真空プラズマに代えて、大気圧プラズマにより処理ガスを活性化し、その活性化ガスにより、半田付けされるワークの濡れ性を向上させる技術を既に提案している（特開平7-2950）。

【0003】上記技術によれば、キャリアガスとしてヘリウムHeと反応ガスとをプラズマ発生部に導入し、大気圧プラズマを生成することで、処理ガスを活性化している。この活性化された処理ガスをワークに暴露することで、ワークを表面処理している。

【0004】この技術によれば、大気圧プラズマを安定して生成するために、プラズマを立ち易くするHeを大量に必要とし、ランニングコストが増大するという新たな課題が生じていた。

【0005】また、大気圧プラズマを生成する場合、真空プラズマほど顕著でないとしても、ワークなどの被処理体をプラズマに晒すと、被処理体へのプラズマダメージが無視できない。

【0006】このプラズマダメージを低減するために、プラズマ発生部と処理部とを離し、プラズマ発生部にて生成された活性種を処理部まで導いて処理する方法も試みられている。

【0007】しかしながら、活性種には寿命があるため、プラズマ発生部から遠ざかるほど反応エネルギーは低くなり、処理レートが低下するという問題が指摘されている。

【0008】そこで、本発明の目的とするところは、プラズマ発生用電極に接近して被処理体を位置させて、処理レートを向上させながらも、被処理体がプラズマに晒されることなく、プラズマダメージを低減することができる沿面放電を用いた表面処理装置及びその方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る沿面放電を用いた表面処理装置は、誘電体を挟んで配置された第1の電極及び第2の電極を含む沿面放電用電極を有し、前記第1の電極には交流電源が接続され、接地された前記第2の電極は開口を有し、前記開口近傍に沿面放電を誘起して、該沿面放電により生成された活性種により、前記第2の電極と対向して近接配置された被処理体の表面を処理することを特徴とする。

【0010】本発明に係る沿面放電を用いた表面処理方

法は、誘電体の一面に配置された第1の電極に交流電圧を印加し、前記誘電体の他の面に配置された開口付きの第2の電極を接地して、前記第2の電極の前記開口近傍に沿面放電を誘起する工程と、前記第2の電極に被処理体を近接配置して、前記第2の電極と対向する前記被処理体の表面を、前記沿面放電により生成された活性種により処理する工程と、を有することを特徴とする。

【0011】この各発明に用いられる電極構造は、特開平1-275403号等に開示されたオゾン発生用電極とは異なり、接地された第2の電極に開口が形成され、この開口近傍に沿面放電を形成している。この沿面放電は、第1、第2の電極にてほぼクローズされた領域に形成されるので、被処理体を第2の電極に接近させて処理レートの高い処理を行っても、被処理体がプラズマに直接晒されることがない。従って、被処理体へのプラズマダメージを低減でき、また、被処理体から生ずるパーティクルも減るので、処理の歩留まりも向上する。

【0012】この時、前記第2の電極の外形を、前記第1の電極の外形よりも大きく形成するとさらに良い。各電極の外縁部に形成されるプラズマを第1の電極側にシフトさせて発生でき、この電極外縁部でのプラズマによるダメージも低減されるからである。

【0013】前記開口が複数のスリットとして形成される場合、該スリットにより複数の帯状の電極パターン部が前記第2の電極に形成される。あるいは、前記開口が縦横にそれぞれ複数形成される場合、複数の前記開口により格子状の電極パターン部が前記第2の電極に形成される。

【0014】いずれの場合も、複数の各々の開口近傍にて沿面放電が生ずるため、放電領域が拡大されて処理レートを向上させることができる。また、開口を有する電極パターン部がアースメッシュシールドとして機能し、被処理体に向かう電磁波も低減することから、電磁波に起因した被処理体への電氣的ダメージも低減される。

【0015】前記第2の電極の前記開口と非対向となる位置にて、前記第1の電極に開口を設けることもできる。こうすると、第1、第2の電極間の浮遊容量が減少し、この浮遊容量にて消費される分の電力を、沿面放電のための電力として使用できる。このため、プラズマ密度が高まり、処理レートはさらに改善される。

【0016】前記第2の電極を覆って耐プラズマ性の保護膜を形成するとさらに良い。第2の電極のプラズマダメージを低減し、第2の電極からのパーティクルの発生を防止することで、装置の寿命及び歩留まりが改善される。

【0017】前記第1の電極を金属ブロックにて形成し、前記誘電体及び前記第2の電極を薄膜にて形成する場合、前記金属ブロックを温調する手段をさらに設けることが好ましい。プラズマにより昇温した誘電体、第2の電極の反りを、温調により防止することができる。さ

らに、第1の電極を構成する金属ブロック側に、前記誘電体を真空吸引する手段をさらに設けると良い。プラズマにより昇温した誘電体、第2の電極の反りを、真空吸引により矯正できる。温調手段と真空吸引手段を併用すると、第1の電極、誘電体及び第2の電極を密着状態として、その間の熱交換効率を高めることができる。

【0018】前記第2の電極は、インピーダンス調整手段を介して接地されていることが好ましい。第2の電極に生ずるDC成分を少なくして、そのDC成分に起因した被処理体の電氣的ダメージを低減できる。

【0019】上述した本発明方法が適用される処理内容としては、被処理体の表面の半田の濡れ性、接着性改善を目的とした表面改質処理、アッシング又はエッチング等を挙げることができる。

【0020】前記第1の電極、誘電体及び第2の電極から成る積層形状を、平坦面以外の形状を持つ前記被処理体の被処理面に倣って形成することもできる。特に、3層をいずれもフレキシブルな材質とすれば、被処理体形状に倣って加工することができ、種々の形状の被処理面に合わせて処理することが可能となる。

【0021】なお、本発明方法は、大気圧又はその近傍の圧力下にて前記沿面放電を誘起するものに好適である。

【0022】本発明に係る沿面放電を用いた表面処理装置の他の態様によれば、第1の誘電体と、前記第1の誘電体の一面に形成され、交流電源が接続された第1の電極と、前記第1の誘電体の他の面に形成され、開口を有する第2の電極と、前記開口内に埋め込み又は封入されて前記第2の電極を平坦化させる第2の誘電体と、前記第2の電極の平坦化された面を覆って配置された第3の誘電体と、を含む沿面放電用電極を有し、前記第2の電極の開口と対向する位置にて前記第3の誘電体の表面に沿面放電を誘起して、該沿面放電により生成された活性種により、前記第3の誘電体と対向して近接配置された被処理体の表面を処理することを特徴とする。

【0023】本発明に係る沿面放電を用いた表面処理装置のさらに他の態様によれば、第1の誘電体と、前記第1の誘電体の一面に形成され、交流電源が接続された第1の電極と、前記第1の誘電体の他の面に形成された第2の誘電体と、前記第2の誘電体内に埋め込み形成され、開口を有する第2の電極と、を含む沿面放電用電極を有し、前記第2の電極の開口と対向する位置にて前記第2の誘電体の表面に沿面放電を誘起して、該沿面放電により生成された活性種により、前記第2の誘電体と対向して近接配置された被処理体の表面を処理することを特徴とする。

【0024】いずれの装置においても、第2の電極を覆った誘電体を該電極の保護膜として機能させながら、その誘電体の表面に沿って沿面放電を誘起させることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について、図面を参照にして具体的に説明する。

【0026】表面処理装置の全体の説明

図1は、実施例に係る表面処理装置の全体構成を概略的に示している。

【0027】同図において、この表面処理装置は、被処理体1と対向して配置される沿面放電用電極10を有している。この沿面放電用電極10は、誘電体20の両面に第1の電極30、第2の電極40をそれぞれを有する3層構造となっている。そして、第1の電極30には、例えば10kHzの低周波電力が出力される低周波電源50が接続され、第2の電極40は、インピーダンス調整手段例えば可変コンデンサ60を介して接地されている。

【0028】誘電体20は、例えば $\text{SiO}_2$ 又は $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等にて形成され、その厚さが好ましくは0.5~3mmであり、本実施例では1mmの厚さとしている。この誘電体20の厚さは薄いほど電氣的ロスが少なくなるが、上記の下限を下回ると機械的強度が劣り、しかも絶縁破壊の問題が生ずる。

【0029】第1、第2の電極30、40は、電極となり得る材質にて形成され、例えばAl、Ag、Cu、Cr、ステンレス(SUS)、Ti、W、Ta、Mo等を用いることができる。本実施例は、第1、第2の電極30、40を共に薄膜にて形成される。また、第2の電極40の外形は、第1の電極30よりも大きく形成されている。この理由については後述する。

【0030】第2の電極40には、図2(A)、(B)に示すように、開口42が形成されている。図2(A)に示すものは、縦横に沿ってそれぞれ複数の開口42を形成することで、第2の電極40に格子状の電極パターン部44が形成されている。図2(B)に示す場合には、開口42が複数のスリットとして形成され、この複数のスリット42により帯状の電極パターン部46が形成されている。

【0031】表面処理方法の説明

次に、図1に示す表面処理装置を用いて、被処理体1の被処理面1aを処理する方法について説明する。

【0032】図3は、図1に示す沿面放電用電極10の一部を拡大した断面図である。

【0033】第1、第2の電極30、40の間に例えば10kHzの低周波電力を供給すると、第2の電極40の開口42の付近には、図3に示すような電気力線70が形成される。この電気力線70は、第1、第2の電極30、40が対向する領域にて密度が濃く形成されるが、開口42に臨んで位置する第2の電極の側面40aと第1の電極30との間にも、図3に示すような電気力線70が形成される。そして、この電気力線70を反映する電界により、第2の電極40の開口42近傍のガス

が励起される。この結果、開口42内にて露出する誘電体20の露出面に沿って、領域72に沿面放電が誘起されることになる。

【0034】そして、この沿面放電領域72にて生成された活性種74が、被処理体1の被処理面1a側に付着することで、この活性種74と被処理面1aとが化学反応を生じて、被処理面1aを表面処理することになる。

【0035】本実施例では、第1、第2の電極30、40の間に10kHzの低周波電力を供給することで、プラズマを励起しやすいガス例えばHe等のガスを供給しなくても、図3に示す領域72に安定した沿面放電を誘起させることができた。

【0036】このようにして処理される被処理体1の被処理面1aの処理内容としては、半田の濡れ性又は接着性を改善する等の表面の改質処理、あるいはアッシング又はエッチング等を挙げることができる。被処理面1aの表面を改質するには、空気又は圧縮空気を用いて沿面放電を誘起すればよく、これに窒素(N<sub>2</sub>)を添加することも可能である。アッシング処理する場合には、酸素(O<sub>2</sub>)を供給し、エッチング処理するには所定のエッチングガス例えばCF<sub>4</sub>等を供給すればよい。

【0037】ここで、本実施例方法では、処理中における第2の電極40と被処理体1との間の間隔(図1に示すギャップG)を、1~3mmとして、被処理体1を第2の電極40に接近させることで、沿面放電領域72にて生成された直後のエネルギーの高い活性種を用いて、被処理面1aを表面処理することができた。しかも、被処理面1aは、沿面放電領域72に直接さらされることがないので、被処理体1のプラズマダメージをも低減することができた。特に、被処理体1が近接される側の電極は接地された第2の電極40であるため、たとえ被処理体1がグラウンド電位に設定されたとしても、第2の電極40より離れた位置にある被処理体1との間で放電が生ずることがない。これにより、被処理体1のプラズマダメージをより低減することができる。

【0038】このプラズマダメージを低減するためには、図1に示すように、第2の電極40とグラウンド電位との間に挿入接触されたインピーダンス調整手段例えば可変コンデンサ60の容量を調整すると良い。このため、この第2の電極40を介して流れる経路のインピーダンスを、可変コンデンサ60の容量を調整することで、近接している被処理体1への電氣的チャージを制御することができる。この結果、被処理体1の電氣的ダメージを低減させることができる。上述の経路のインピーダンスを調整するには、可変コンデンサに変えてリアクタンスの変更可変なコイルを挿入接続させても良い。

【0039】また、本実施例方法によれば、被処理体1との間で直接放電が生じないため、被処理体1の被処理面1aに凹凸があっても、その凸部との間に異常放電などが生ずることがなく、被処理体1からのパーティクル

の発生をも低減することができる。

【0040】上述した通り、本実施例方法では、10kHzの低周波を用いることで、He等のガスの供給を必要とすることなく安定して沿面放電を形成できるので、ランニングコストを低減させることもできる。ただし、電極に印加される交流電圧の周波数は上記のものに限らず、例えば13.56MHzなどの高周波電力を用いても良い。13.56MHzの高周波を用いることで電極に生ずるダメージをより抑制でき、被処理体1及び第1、第2の電極30、40の双方からのパーティクルを防止して処理することができる。また、この高周波電力を用いても、プラズマを励起し易いHeなどのガスを必要とせずに、沿面放電を生じさせることも可能である。

【0041】本実施例装置では、図1に示す通り、第2の電極40の外形を第1の電極30の外形よりも大きく形成している。この理由について、図4(A)、(B)を参照して説明する。図4(A)、(B)は、第1、第2の電極30、40の外縁部に形成される放電を模式的に示している。

【0042】図4(A)に示す本実施例装置の場合には、各電極30、40の外縁部にて同図(A)に示す電気力線80が形成され、これに基づいて誘起される放電領域82は、第1の電極30側に偏位して形成されている。これにより、被処理体1が電極の外縁部における放電領域に直接さらされることがなくなり、被処理体1のプラズマダメージが低減される。また、電極30と電極40による直接放電、さらにはアーク放電の発生を誘起されることはない。この理由は、各電極30、40の端面が空間的に遠ざかり、しかもその空間に誘電体20が存在するため、各電極30、40の端面間のインピーダンスが増大しているからである。この結果、電極30と電極40による直接放電が生ずることなく、電極ダメージの発生がない。

【0043】これに対し、第1、第2の電極30、40の外形を同一とした場合には、図4(B)に示すような電気力線90が形成され、これに基づいて誘起される放電領域92は、第2の電極40の下面よりも突出して形成されることになる。この場合には、被処理体1が、この放電領域92にさらされることとなり、被処理体1のプラズマダメージが生じてしまう。それだけでなく、図4(B)の場合には、各電極30、40の端面間にて直接放電が生じ、各電極30、40に破壊的ダメージが生じてしまう。すなわち、図4(B)の場合には、図4(A)の場合と比較して、各電極30、40の端面が空間的に近接し、しかもその空間に誘電体20が存在しないので、その間のインピーダンスが大幅に低下するからである。

【0044】第2の電極の電極パターン部について本実施例では、第2の電極40に形成される電極パターン部を、図2(A)又は図2(B)のいずれかの形状と

している。いずれの場合にも、第2の電極40には複数の開口42が形成され、この各々の開口42にて上述の沿面放電領域72が誘起されるので、沿面放電領域のトータル面積が拡大されて被処理体1の処理レートを向上させることができる。

【0045】また、第2の電極40に複数の開口42を形成することで、一つの開口42の大きさを小さくさせている。この結果、この開口42を介して被処理体1が第1の電極30と直接対面する領域を縮小させることができ、これにより被処理体1への直接放電を防止する効果もある。この点を考慮すると、図2(B)に示す電極パターン部46よりも、開口42の大きさを小さくできる図2(A)の電極パターン部44を採用することが好ましい。

【0046】図2(A)、(B)に示す各電極パターン部44又は46を採用する他の理由は、この電極パターン部44又は46をアースシールドメッシュとして利用し、被処理体1に向かう電磁波をシールドできる効果があることである。被処理体1に向かう電磁波をシールドすることで、被処理体1に生ずる電気的なダメージを低減させることができる。なお、このシールド効果を高めるには、電磁波の波長を考慮して開口42の大きさを決定すると良い。図3に示す開口42の幅W1を電磁波の波長よりも短く設定すれば、電磁波のシールド効果は高まる。しかし、開口42を介して電磁波が全く通過しないと、第2の電極40の開口42内に沿面放電領域72を形成することができないので、この点も考慮して開口42の幅W1を決定すべきである。

【0047】図2(A)、(B)に示す各々の電極パターン部44又は46のラインアンドスペースの幅を所望に設定することで、開口42内に誘起される沿面放電領域72のプラズマ密度を高くして、処理レートを向上させることができる。この理由について図5を参照して説明する。

【0048】図5は、低周波電源50とグランド電位との間に形成される沿面放電用電極10の等価回路図である。第1、第2の電極30、40は、誘電体20を介して対向しているので、この対向間にコンデンサが形成され、かつ抵抗分も存在する。図5に示す容量C1及び抵抗R1は、第2の電極40の電極パターン部44の中心位置と第1の電極30との間に存在する等価容量及び等価抵抗である。図5に示す容量C2及び抵抗R2は、第2の電極40の側面40aと、第1の電極30との間に存在する等価容量及び等価抵抗を示している。

【0049】ここで、等価容量C1は、電極パターン部44の幅W2が大きいほど高くなり、従ってこの等価容量C1で消費される低周波電力も大きくなる。一方、等価抵抗R1は、電極パターン部44の幅W2が小さいほど大きく、かつこの等価抵抗R1で消費される低周波電力も大きくなる。

【0050】ここで、第2の電極40の開口42内に誘起される沿面放電領域72のプラズマ密度を高くするには、等価容量C1及び等価抵抗R1でそれぞれ消費される低周波電力を少なくすれば良い。これにより、等価容量C2及び等価抵抗R2にて消費される低周波電力が増大するからである。

【0051】従って、図2(A)又は図2(B)にそれぞれ示す電極パターン部44、46のラインアンドスペースの各幅は、0.1~5mm程度の範囲で、上記の点を考慮して、沿面放電領域72でのプラズマ密度が高く、しかも放電面積が比較的広く確保できる最適値に設定すべきである。

【0052】図5にて考察された通り、第1、第2の電極30、40が互いに対向していると、そこにコンデンサが形成され、このコンデンサにより消費される電力分だけロスが生ずることになる。このようなコンデンサを形成しないためには、図6(A)~(C)のいずれかの構成を採用すると良い。

【0053】図6(A)~(C)は、いずれも、第2の電極40の開口42と非対向となる位置にて、第1の電極30に開口32を形成したものである。この開口32を形成することで、第1の電極30にも電極パターン部34が形成されることになる。

【0054】図6(A)は、第1の電極30の開口32の幅W3と、第2の電極40の開口42W1の幅とを共に同一に設定したものである。こうすると、第1の電極30の電極パターン部34の幅W4は、第2の電極40の電極パターン部44又は46の幅W2と一致する。

【0055】図6(B)の場合には、第1の電極30の開口32の幅W3を、第2の電極40の開口42の幅W1よりも狭くしたものである。同様に、図6(C)の場合には、第1の電極30の開口32の幅W3を、第2の電極40の開口42の幅W1よりも広く設定したものである。

【0056】図6(A)~(C)においては、第1、第2の電極30、40の電極パターン部同士が対面する領域が全くなくなるか、あるいは僅かに残存するのみとなるから、上述のような等価容量C1が低減される。この等価容量C1にて消費される電力を低減することで、開口42内に誘起される沿面放電領域72のプラズマ密度を高くさせることができる。

【0057】沿面放電用電極10の製造方法について図1に示す実施例では、誘電体20、第1、第2の電極30、40をそれぞれ薄膜として形成している。

【0058】この誘電体20の両面に形成される第1、第2の電極は、種々の方法を用いて形成することができる。その1つは、スパッタ法等の薄膜形成技術を用いることである。薄膜形成後に、図2(A)、(B)に示す電極パターン部44又は46を形成するには、次のいずれかの方法を採用すると良い。その1つは、半導体製造

工程にて確立されているリソグラフィー工程を用いるものである。他の1つは、レーザ光線により微細パターンをカッティングするレーザカッティング法を用いることである。薄膜形成技術以外の手法としては、例えば銀ペースト又は銅メッキ等の比較的安価な印刷技術を用いることもできる。

【0059】第2の電極40に形成される保護膜について

第2の電極40は直接プラズマにさらされるため、図7に示すように、耐プラズマ性の高い保護膜100により、この第2の電極40を被覆すると良い。耐プラズマ特性の1つとして、耐酸化特性を挙げることができる。すなわち、プラズマに起因して生ずる第2の電極40の表面上の酸化による変質を防止するために、例えばSiO<sub>2</sub>等の酸化膜を形成すると良い。耐プラズマ特性の他の1つとして耐熱性がある。耐熱性を確保するには、例えば第2の電極がアルミニウム(A1)の場合には、それよりも融点の高い高融点金属にて保護膜100を形成すると良い。また、上述したように、第2の電極40を銀ペースト、銅メッキ等にて形成した場合にも、その表面をSiO<sub>2</sub>等でコーティングすると良い。同様にCr、Al、Tr等の材質よりなる薄膜をリソグラフィー工程を経て電極パターン部44又は46を形成した後、その表面をSiO<sub>2</sub>等でコーティングすることもできる。なお、処理内容がエッチングの場合には、SiO<sub>2</sub>には耐エッチング性がないため保護膜として不適である。この場合には、保護膜100として例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等を用いると良い。

【0060】また、誘電体20の表面に直接高融点金属を膜付可能であれば、その高融点金属が第2の電極40及び保護膜100を兼ねることになる。但し、一般には、下地として膜付しやすい金属薄膜を形成することが好ましくし、その上から高融点金属を形成すると良い。

【0061】なお、この保護膜100を含めて、第1、第2の電極30、40及び誘電体20は、万一のパーティクルの発生要因となることを考慮して、不純物濃度が低く、特にNa系の不純物は極力含まないことが好ましい。

【0062】沿面放電用電極の他の形状に関して  
図1に示す実施例では、沿面放電用電極10を平板状電極としたが、他の種々の形状に構成することができる。このためには、誘電体20を、例えばガラスファイバー、テフロン(商品名)又はポリイミド等のフレキシブル性のある材料にて形成し、この誘電体20の両面に第1、第2の電極30、40を薄膜として形成すれば良い。こうすると、沿面放電用電極10を、例えば円筒形状、角筒形状、円錐形状又はドーナツ形状等の各種立体形状に加工することができる。そして、例えば被処理体1が中空パイプの場合に、沿面放電用電極10を円筒形状とすれば、この中空パイプの内表面あるいは外表面

を表面処理することが可能となる。

【0063】表面処理装置の他の構成について  
次に、表面処理装置の他の実施例について、図8～図10を参照して説明する。

【0064】図8は、図9に示す装置の平面図におけるA-A断面図であり、図10は図9中のB-B断面図である。図8において、この表面処理装置は、比較的厚肉の金属ブロックからなる第1の電極110と、その下面にそれぞれ形成された誘電体112及び第2の電極114とを有する。この第2の電極114の電極パターン部は、図2(A)又は図2(B)のいずれかの形状にて形成されている。また、第1の電極112は、図示しない交流電源に接続されている。これら3層構造の沿面放電用電極は、第2の電極114の電極パターン部と導通する第1の金属ホルダー116と、第2の金属ホルダー118とによって、ベース盤120に支持されている。そして、ベース盤120が接地されている。さらに、これら3層構造の沿面放電用電極は、第1～第3の絶縁体122～126によってもベース盤120に支持されている。

【0065】この実施例装置では、図10に示すように、金属ブロックからなる第1の電極110に真空吸引部130を形成している。そして、処理中にあるのは、この真空吸引部130を介して、誘電体112及び第2の電極部114を、金属ブロックからなる剛体の第1の電極110側に吸引している。これにより、プラズマにより昇温されて誘電体112及び第2の電極114に反りが生じようとしても、上述の真空吸引によりこの反りが防止される。

【0066】さらに本実施例では、図10に示すように、金属ブロックからなる第1の電極部110の内部に温調媒体用の通路132を形成している。そして、本実施例ではこの通路132内部に冷却媒体例えば冷水を循環供給している。

【0067】この真空吸引部130及び冷媒用通路132により、誘電体112及び第2の電極114を第1の電極110側に常時密着させて熱交換を行うことができる。これにより、昇温された誘電体112及び第2の電極114を冷却できる。

【0068】さらにこの実施例装置は、図9に示す被処理体1の移動方向Cの下流側の側面に、図10に示すガス供給用ブロック134を有する。このガス供給用ブロック134は、外部から供給されたガスを收容するガス溜め室136を有する。このガス溜め室136に收容されたガスは、ガス供給用ブロック134との間の間隙を経由して、図9に示すように、被処理体1の搬送方向Cと逆方向のD方向に向かって供給される。

【0069】この構成とすることで、大気以外の処理ガス、例えばアッシング処理であればO<sub>2</sub>ガス、エッチング処理であればCF<sub>3</sub>等の処理用ガスを、被処理体1に

向けて確実に供給することができる。

【0070】沿面放電用電極150は、第1の誘電体140の一方の面に、低周波電源50に接続された第1の電極142を有し、可変コンデンサ60を介して接地された第2の電極144を第1の誘電体140の他の面に有する点は、図1に示す実施例と同様である。

【0071】図1に示す沿面放電用電極150は、さらに、第2の電極144の開口144aに埋め込み又は封入されて、第2の電極144を平坦化させる第2の誘電体146を有する。この第2の誘電体146は、第1の誘電体140と同様に固体で形成しても良いが、例えばフッ素ナート（商品名）等の液体としても良い。

【0072】この沿面放電用電極150は、さらに、第2の電極144の下面側を覆って例えば石英板等からなる第3の誘電体148を有する。

【0073】そして、第1、第2の電極142、144の間に低周波電力を供給することで、図1に示すように、第2の電極144の開口144aとほぼ対向する位置であって、第3の誘電体148の下面側にそれぞれ沿面放電領域152が形成される。この沿面放電領域152内にて生成された活性種を、図1に示す実施例と同様に、被処理体1の被処理面1aに付着させることで、被処理面1aを処理することが可能となる。

【0074】この際、第3の誘電体148は、図7に示す保護膜100として機能するので、第2の電極144のプラズマダメージを低減させることができる。

【0075】図12は、沿面放電用電極のさらに他の構造例を示している。図12に示す沿面放電用電極160は、第1の誘電体170の上面に第1の電極172を有し、その下面に第2の誘電体174を有する。そして、この第2の誘電体174内部に、図2（A）又は（B）に示す電極パターン部を有する第2の電極176が内蔵されている。

【0076】この場合にも、第2の電極176の開口176aと対向する位置であって、第2の誘電体174の表面に沿って沿面放電領域180が形成される。従って、この沿面放電領域180内にて生成された活性種により、被処理体1の被処理面1aを処理することが可能となる。また、第2の誘電体174は、図7の保護膜100として機能すると共に、第2の電極176を支持するサポート部材として兼用されている。

【0077】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。上記実施例は、いずれも、大気圧又はその近傍の圧力下にて沿面放電を誘起させ、このことは本発明者等により実験で確認されたが、本発明を真空雰囲気下にて実施することも可能であると考えられる。

【0078】また、本発明装置又は方法により処理される被処理体1としては、処理目的に応じて種々のものを

適用でき、特に、パッケージされたICなどの電子部品、シリコン基板、液晶表示装置（LCD）に用いられるガラス基板等を対象とすれば、プラズマダメージに起因した不良を生ずることなく処理することが可能となる。

【0079】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る表面処理装置の概略説明図である。

【図2】（A）及び（B）はそれぞれ、図1に示す第2の電極の電極パターン部を説明するための平面図である。

【図3】図1に示す実施例装置での沿面放電を利用した処理を説明するための概略断面図である。

【図4】（A）は図1に示す実施例装置での電極縁部での放電状態を示す説明図、（B）は電極縁部での好ましくない放電現象を説明するための概略説明図である。

【図5】図1に示す沿面放電用電極の等価回路図である。

【図6】（A）～（C）はそれぞれ、第1及び第2の電極にそれぞれ開口を形成した変形例を示す概略断面図である。

【図7】第2の電極を覆って保護膜を形成した変形例を説明するための概略断面図である。

【図8】本発明の表面処理装置の他の構造を示す縦断面図である。

【図9】図8に示す表面処理装置の平面図である。

【図10】図9に示す表面処理装置の横断面図である。

【図11】本発明の表面処理装置の他の電極構造を説明するための概略断面図である。

【図12】本発明の表面処理装置のさらに他の電極構造を説明するための概略断面図である。

【符号の説明】

10、150、160 沿面放電用電極

20、112 誘電体

30、110、142、172 第1の電極

32、42、144a、176a 開口

40、114、144、176 第2の電極

44、46 電極パターン部

50 低周波電源

60 インピーダンス調整手段（可変コンデンサ）

70、80 電気力線

72、152、180 沿面放電領域

100 保護膜

130 真空吸引部

132 温調媒体用通路

134 ガス供給用ブロック

136 ガス溜め室

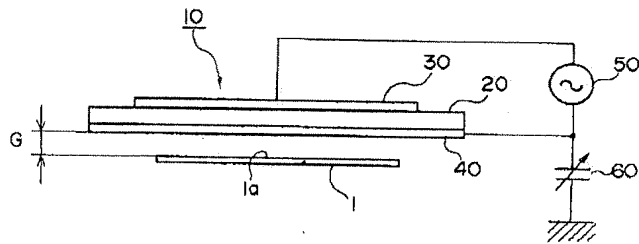
140、170 第1の誘電体

146、174 第2の誘電体

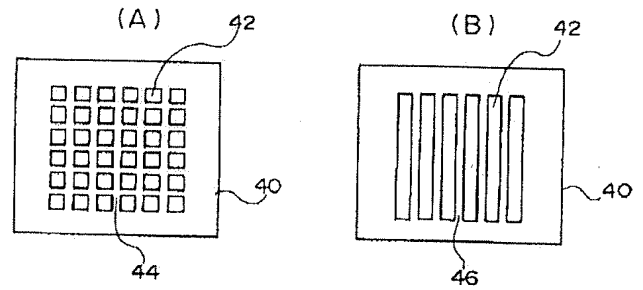


## 148 第3の誘電体

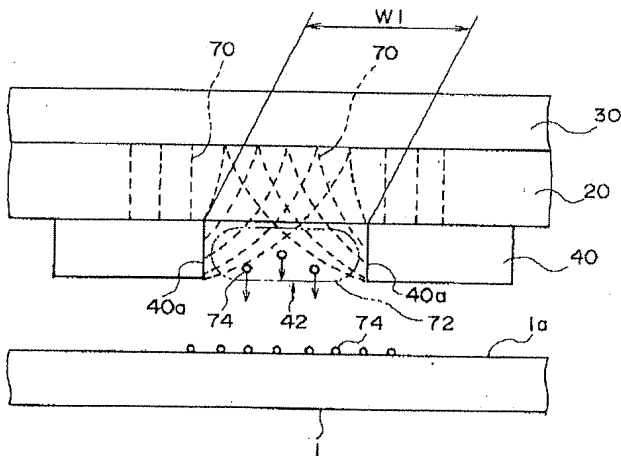
【図1】



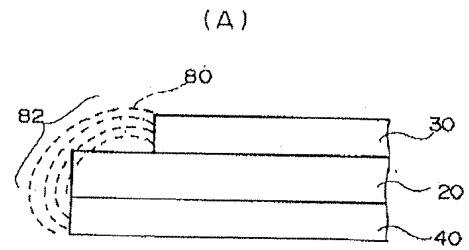
【図2】



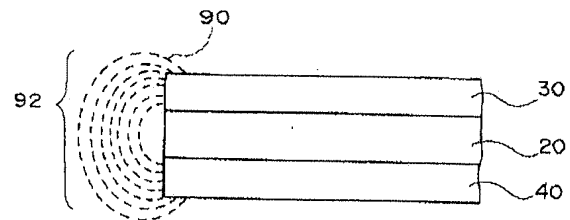
【図3】



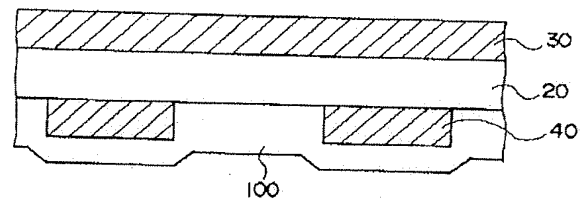
【図4】



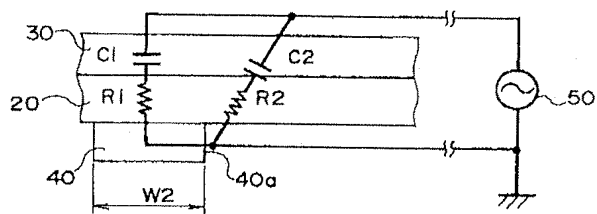
(B)



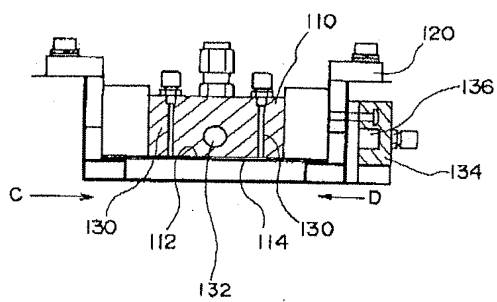
【図7】



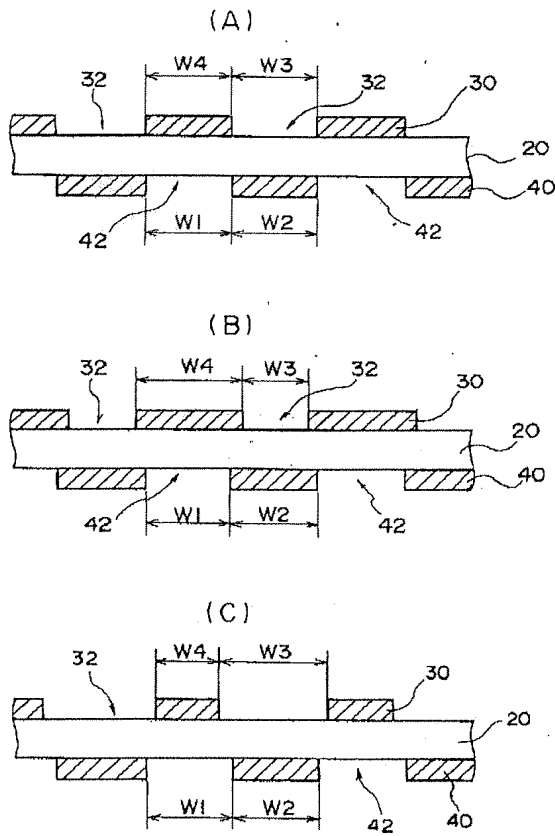
【図5】



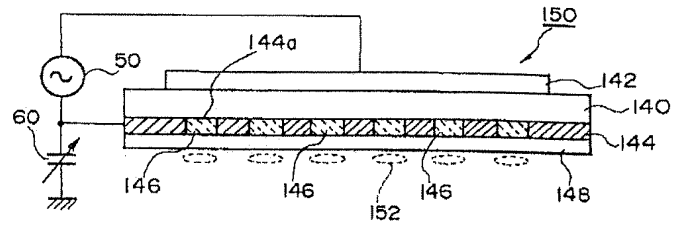
【図10】



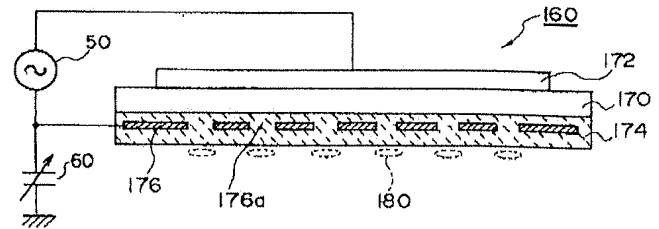
【図 6】



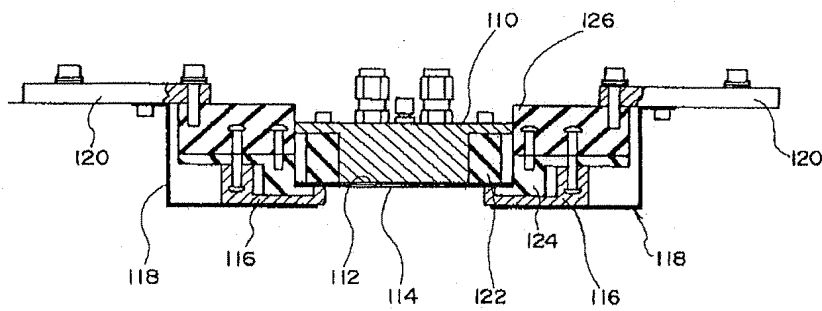
【図 11】



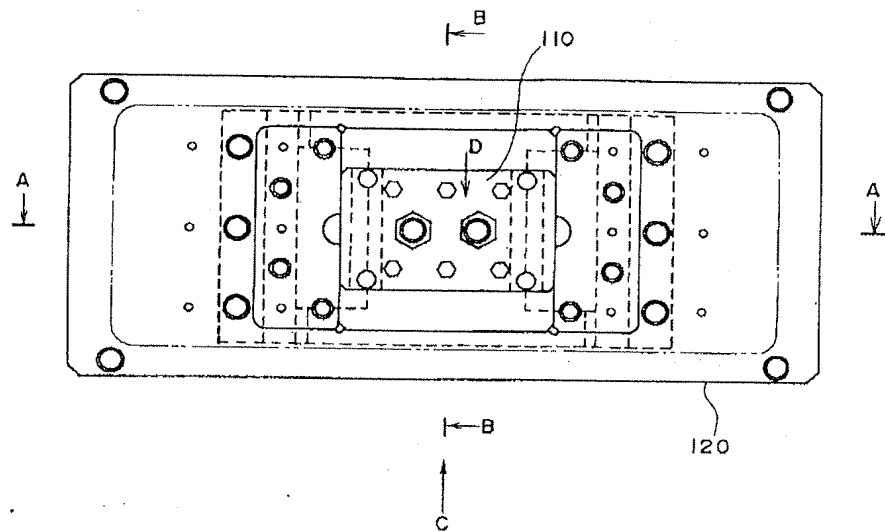
【図 12】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 森 義明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-186135

(43)Date of publication of application : 15.07.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H05H 1/46

(21)Application number : 07-353804

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 27.12.1995

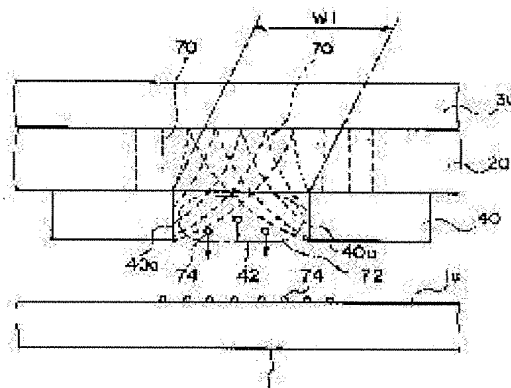
(72)Inventor : MIYAGAWA TAKUYA  
MIYASHITA TAKESHI  
TAKAHASHI KATSUHIRO  
MORI YOSHIKI

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR SURFACE TREATMENT USING CREEPING DISCHARGE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus and a method for surface treatment wherein high treatment rate is obtained with less damage to a workpiece.

SOLUTION: This apparatus contains electrodes for creeping discharge: a first electrode 30 and a second electrode 40 positioned with a dielectric 20 in between. The first electrode 30 is connected with an alternating-current power supply, and the second electrode 40, which is grounded, has an opening 42. Creeping discharge is induced in an area 72 in proximity to the opening 42 to produce active species 74. These active species 74 are used to treat the surface 1a of a workpiece 1, placed in proximity to and opposed to the second electrode 40.



---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Have an electrode for surface creepage containing the 1st electrode and 2nd electrode that have been arranged on both sides of a dielectric, and AC power supply is connected to said 1st electrode, and said 2nd grounded electrode has an opening and induces surface creepage near [ said ] the opening. A surface treatment device using surface creepage processing the surface of a processed object by which countered with said 2nd electrode and close arrangement was carried out with active species generated by this surface creepage.

[Claim 2] A surface treatment device using surface creepage, wherein an outside of said 2nd electrode is formed in claim 1 more greatly than an outside of said 1st electrode.

[Claim 3] A surface treatment device using surface creepage, wherein said 2nd electrode is formed as a slit of plurality [ opening / said ] and two or more band-like electrode pattern parts are formed of this slit in claim 1 or 2.

[Claim 4] A surface treatment device using surface creepage to which said 2nd electrode is characterized by forming two or more said openings in all directions, respectively, and forming a lattice-like electrode pattern part of said two or more openings in claim 1 or 2.

[Claim 5] A surface treatment device using surface creepage, wherein an opening is formed in said 1st electrode in either of claims 1 thru/or 4 in a position which is said opening of said 2nd electrode, and un-counteracting.

[Claim 6] A surface treatment device using surface creepage, wherein it covers said 2nd electrode and a protective film of plasma-proof nature is formed in either of claims 1 thru/or 5.

[Claim 7] A surface treatment device using surface creepage forming further a means which an electrode of said 1st electrode is formed with a metal block, and said dielectric and said 2nd electrode are formed with a thin film in either of claims 1 thru/or 6, and carries out temperature control of said metal block.

[Claim 8] A surface treatment device using surface creepage forming further a means which an electrode of said 1st electrode is formed with a metal block, and said dielectric and said 2nd electrode are formed with a thin film in either of claims 1 thru/or 6, and carries out vacuum suction of said dielectric to said metal block side.

[Claim 9] A surface treatment device using surface creepage, wherein said 2nd

electrode is grounded via an impedance adjustment means in either of claims 1 thru/or 8.

[Claim 10]A surface treatment method characterized by comprising the following using surface creepage.

A process of impressing a volts alternating current to the 1st electrode arranged at the whole surface of a dielectric, grounding the 2nd electrode with an opening arranged in other fields of said dielectric, and inducing surface creepage near [ said ] the opening of said 2nd electrode.

A process of carrying out close arrangement of the processed object to said 2nd electrode, and processing said 2nd electrode and the surface of said processed object which counters with active species generated by said surface creepage.

[Claim 11]Surface creepage which forms an outside of said 2nd electrode more greatly than an outside of said 1st electrode, and is formed in an edge part of said 2nd electrode in claim 10 is induced in a position made to bias to said 1st electrode side, A surface treatment method using surface creepage reducing a plasma damage to said processed object.

[Claim 12]A surface treatment method using surface creepage characterized by processing either reforming treatment of the surface of said processed object, ashing or etching with said active species in claim 10 or 11.

[Claim 13]A surface treatment method using surface creepage imitating and forming in a treated surface of said processed object with shape other than a flat face lamination shape which comprises said 1st electrode, a dielectric, and the 2nd electrode in either of claims 10 thru/or 12, and processing this treated surface.

[Claim 14]A surface treatment method using surface creepage, wherein said surface creepage is induced under atmospheric pressure or a pressure of the neighborhood in either of claims 10 thru/or 13.

[Claim 15]With active species which has an electrode for surface creepage characterized by comprising the following, induced surface creepage on the surface of said 3rd dielectric in an opening of said 2nd electrode, and a position which counters, and was generated by this surface creepage. A surface treatment device using surface creepage processing the surface of a processed object by which countered with said 3rd dielectric and close arrangement was carried out.

The 1st dielectric.

The 1st electrode to which it was formed in the whole surface of said 1st dielectric, and AC power supply was connected.

The 2nd electrode that is formed in other fields of said 1st dielectric, and has an opening.

The 3rd dielectric that covered embedding or the 2nd dielectric to which it is enclosed with and flattening of said 2nd electrode is carried out, and a field where flattening of said 2nd electrode was carried out, and has been arranged in said opening.

[Claim 16]With active species which has an electrode for surface creepage characterized by comprising the following, induced surface creepage on the surface of said 2nd dielectric in an opening of said 2nd electrode, and a position which counters, and was generated by this surface creepage. A surface treatment device using surface creepage processing the surface of a processed object by which countered with said 2nd dielectric and close arrangement was carried out.

The 1st dielectric.

The 1st electrode to which it was formed in the whole surface of said 1st dielectric, and AC power supply was connected.

The 2nd dielectric formed in other fields of said 1st dielectric.

The 2nd electrode that is embedded and formed in said 2nd dielectric and has an opening.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to a surface treatment device which used surface creepage, and a method for the same.

[0002]

Background Art and Problem(s) to be Solved by the Invention]The applicant for this patent replaced with the conventional vacuum plasma, activated raw gas by atmospheric pressure plasma, and has already proposed the art which raises the wettability of the work soldered by the activation gas (JP,7-2950,A).

[0003]According to the above-mentioned art, helium helium and reactant gas are introduced into a plasma generating part as carrier gas, and raw gas is activated by generating atmospheric pressure plasma. The surface treatment of the work is carried out by exposing this activated raw gas to a work.

[0004]According to this art, in order to be stabilized and to generate atmospheric pressure plasma, helium which make it easy to stand in plasma was needed for the

large quantity, and the new technical problem that a running cost increased had arisen.  
[0005]If processed objects, such as a work, are exposed to plasma though it is not so remarkable as vacuum plasma when generating atmospheric pressure plasma, the plasma damage to a processed object cannot be disregarded.

[0006]In order to reduce this plasma damage, a plasma generating part and a treating part are detached and the method of leading and processing the active species generated in the plasma generating part to a treating part is also tried.

[0007]However, \*\* the problem that reaction energy becomes low, so that it keeps away from a plasma generating part, and a processing rate falls since there is a life in active species is indicated to be.

[0008]Then, the place made into the purpose of this invention approaches the electrode for plasma generations, and locates a processed object, It is in providing a surface treatment device using the surface creepage which can reduce a plasma damage, and a method for the same, without exposing a processed object to plasma, though a processing rate is raised.

[0009]

[Means for Solving the Problem]A surface treatment device using surface creepage concerning this invention, Have an electrode for surface creepage containing the 1st electrode and 2nd electrode that have been arranged on both sides of a dielectric, and AC power supply is connected to said 1st electrode, and said 2nd grounded electrode has an opening and induces surface creepage near [ said ] the opening, The surface of a processed object by which countered with said 2nd electrode and close arrangement was carried out with active species generated by this surface creepage is processed.

[0010]A surface treatment method using surface creepage concerning this invention, Impress a volts alternating current to the 1st electrode arranged at the whole surface of a dielectric, and the 2nd electrode with an opening arranged in other fields of said dielectric is grounded, Close arrangement of the processed object is carried out to a process of inducing surface creepage near [ said ] the opening of said 2nd electrode, and said 2nd electrode, and it has said 2nd electrode and the process of processing the surface of said processed object which counters with active species generated by said surface creepage.

[0011]Unlike an electrode for ozone evolution indicated by JP,1-275403,A etc., an opening is formed in the 2nd grounded electrode, and electrode structure used for this invention of each forms surface creepage near [ this ] the opening. Since this surface creepage is formed in a field mostly closed in the 1st and 2nd electrode, even if it



makes a processed object approach the 2nd electrode and performs high processing of a processing rate, a processed object is not directly exposed to plasma. Therefore, since particle which can reduce a plasma damage to a processed object, and is produced from a processed object also decreases, a yield of processing also improves.

[0012]At this time, it is still better to form an outside of said 2nd electrode more greatly than an outside of said 1st electrode. It is because plasma formed in an outer edge section of each electrode is shifted to the 1st electrode side, it can generate and a damage by plasma in this electrode outer edge section is also reduced.

[0013]When said opening is formed as two or more slits, two or more band-like electrode pattern parts are formed in said 2nd electrode of this slit. Or when two or more said openings are formed in all directions, respectively, a lattice-like electrode pattern part is formed in said 2nd electrode of said two or more openings.

[0014]In any case, since surface creepage arises near [ two or more / each ] the opening, a discharge region is expanded and a processing rate can be raised. An electrode pattern part which has an opening functions as a ground mesh shield, and since electromagnetic waves which face to a processed object are also reduced, an electric damage to a processed object resulting from electromagnetic waves is also reduced.

[0015]In a position which is said opening of said 2nd electrode, and un-counteracting, an opening can also be provided in said 1st electrode. If it carries out like this, the 1st and 2nd inter-electrode stray capacitance decreases, and electric power to be consumed with this stray capacitance can be used as electric power for surface creepage. For this reason, plasma density increases and a processing rate improves further.

[0016]It is still better to cover said 2nd electrode and to form a protective film of plasma-proof nature. A plasma damage of the 2nd electrode is reduced and a life and a yield of a device are improved by preventing generating of particle from the 2nd electrode.

[0017]When forming said 1st electrode with a metal block and forming said dielectric and said 2nd electrode with a thin film, it is preferred to form further a means which carries out temperature control of said metal block. Curvature of a dielectric which carried out temperature up by plasma, and the 2nd electrode can be prevented by temperature control. It is good to form further a means which carries out vacuum suction of said dielectric to the metal block side which constitutes the 1st electrode. Curvature of a dielectric which carried out temperature up by plasma, and the 2nd electrode is reformable by vacuum suction. If a temperature control means and a

vacuum suction means are used together, heat exchanging efficiency in the meantime can be raised by making the 1st electrode, dielectric, and 2nd electrode into an adhesion condition.

[0018]As for said 2nd electrode, being grounded via an impedance adjustment means is preferred. A DC component produced in the 2nd electrode is lessened, and an electric damage of a processed object resulting from the DC component can be reduced.

[0019]Aiming at wettability [ of solder of the surface of a processed object ] and adhesive improvement surface treatment processing if the contents of processing are carried out, ashing, or etching etc. to which this invention method mentioned above is applied can be mentioned.

[0020]Lamination shape which comprises said 1st electrode, a dielectric, and the 2nd electrode can also be imitated and formed in a treated surface of said processed object with shape other than a flat face. If each of three layers is especially made into flexible construction material, it can imitate in the shape of a processed bodily shape, and can be processed, and it will become possible to process according to a treated surface of various shape.

[0021]this invention method is suitable for what induces said surface creepage under atmospheric pressure or a pressure of the neighborhood.

[0022]According to other modes of a surface treatment device using surface creepage concerning this invention, the 1st dielectric, The 1st electrode to which it was formed in the whole surface of said 1st dielectric, and AC power supply was connected, The 2nd electrode that is formed in other fields of said 1st dielectric, and has an opening, In said opening, embedding or the 2nd dielectric to which it is enclosed with and flattening of said 2nd electrode is carried out, The 3rd dielectric that covered a field where flattening of said 2nd electrode was carried out, and has been arranged, It has an electrode for \*\*\*\*\* surface creepage, surface creepage is induced on the surface of said 3rd dielectric in an opening of said 2nd electrode, and a position which counters, and the surface of a processed object by which countered with said 3rd dielectric and close arrangement was carried out with active species generated by this surface creepage is processed.

[0023]According to the mode of further others of a surface treatment device using surface creepage concerning this invention. The 1st dielectric and the 1st electrode to which it was formed in the whole surface of said 1st dielectric, and AC power supply was connected, The 2nd electrode that is embedded and formed in the 2nd dielectric formed in other fields of said 1st dielectric, and said 2nd dielectric, and has

an opening, It has an electrode for \*\*\*\*\* surface creepage, surface creepage is induced on the surface of said 2nd dielectric in an opening of said 2nd electrode, and a position which counters, and the surface of a processed object by which countered with said 2nd dielectric and close arrangement was carried out with active species generated by this surface creepage is processed.

[0024]Also in which device, surface creepage can be induced along the surface of the dielectric, operating a dielectric which covered the 2nd electrode as a protective film of this electrode.

[0025]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, about the example of this invention, a drawing is made reference and explained concretely.

[0026]The explanatory view 1 of the whole surface treatment device shows roughly the entire configuration of the surface treatment device concerning an example.

[0027]In the figure, this surface treatment device has the electrode 10 for surface creepage which counters with the processed object 1 and is arranged. This electrode 10 for surface creepage has a three-tiered structure which has each in the 1st electrode 30 and the 2nd electrode 40 to both sides of the dielectric 20. And the low frequency power source 50 to which 10-kHz low frequency power is outputted, for example is connected to the 1st electrode 30, and the 2nd electrode 40 is grounded via the impedance adjustment means 60, for example, a variable capacitor.

[0028]The dielectric 20 is formed, for example in  $\text{SiO}_2$  or  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$  etc., and the thickness is 0.5-3 mm preferably, and it is made into a thickness of 1 mm by this example. Its electric loss decreases so that the thickness of this dielectric 20 is thin, but if less than the above-mentioned minimum, a mechanical strength will be inferior and, moreover, the problem of a dielectric breakdown will arise.

[0029]The 1st and 2nd electrode 30 and 40 is formed with the construction material which can serve as an electrode, for example, aluminum, Ag, Cu, Cr, stainless steel (SUS), Ti and W, Ta, Mo, etc. can be used for it. Both this examples are formed with a thin film in the 1st and 2nd electrode 30 and 40. The outside of the 2nd electrode 40 is formed more greatly than the 1st electrode 30. This reason is mentioned later.

[0030]The opening 42 is formed in the 2nd electrode 40 as shown in drawing 2 (A) and (B). What is shown in drawing 2 (A) is meeting in all directions and forming two or more openings 42, respectively, and the lattice-like electrode pattern part 44 is formed in the 2nd electrode 40. When shown in drawing 2 (B), the opening 42 is formed as two or more slits, and the band-like electrode pattern part 46 is formed of two or more of these slits 42.

[0031]How to process the treated surface 1a of the processed object 1 is explained using explanation of a surface treatment method, next the surface treatment device shown in drawing 1.

[0032]Drawing 3 is the sectional view which expanded a part of electrode 10 for surface creepage shown in drawing 1.

[0033]Supply of 10-kHz low frequency power will form the line of electric force 70 as shown in drawing 3 near the opening 42 of the 2nd electrode 40 between the 1st and 2nd electrode 30 and 40. The line of electric force 70 although this line of electric force 70 is deeply formed [ density ] in the field in which the 1st and 2nd electrode 30 and 40 counters, as is shown to drawing 3 also between the side 40a of the 2nd electrode and the 1st electrode 30 which are faced and located in the opening 42 is formed. And about 42 opening [ of the 2nd electrode 40 ] gas is excited by the electric field reflecting this line of electric force 70. As a result, surface creepage will be induced by the field 72 over the exposed surface of the dielectric 20 exposed within the opening 42.

[0034]And this active species 74 and treated surface 1a will produce a chemical reaction, and will carry out the surface treatment of the treated surface 1a because the active species 74 generated in this surface creepage field 72 adheres to the treated surface 1a side of the processed object 1.

[0035]At this example, by supplying 10-kHz low frequency power between the 1st and 2nd electrode 30 and 40, even if it did not supply the gas, for example, gas, such as helium, which is easy to excite plasma, the surface creepage stable to the field 72 shown in drawing 3 was able to be induced.

[0036]Thus, as contents of processing of the treated surface 1a of the processed object 1 processed, the reforming treatment of the surface of improving the wettability or the adhesive property of solder, ashing, or etching can be mentioned. In order to reform the surface of the treated surface 1a, it is also possible for what is necessary to be just to induce surface creepage using air or compressed air, and to add nitrogen ( $N_2$ ) to this. What is necessary is just to supply for supplying and carrying out the etching process of the oxygen ( $O_2$ ), in carrying out ashing treatment, predetermined etching gas, for example,  $CF_4$  etc., etc.

[0037]The interval (the gap G shown in drawing 1) between the 2nd electrode [ method / this example ] 40 under processing in here, and the processed object 1 by making the processed object 1 approach the 2nd electrode 40 as 1–3 mm. The surface treatment of the treated surface 1a was able to be carried out using the energy-rich active species immediately after generating in the surface creepage field 72. And

since the treated surface 1a was not directly made into the surface creepage field 72, it was also able to reduce the plasma damage of the processed object 1. Since it was the 2nd grounded electrode 40, even if the processed object 1 was set as ground potential, discharge will not produce the electrode in particular of the side which the processed object 1 approaches between the processed objects 1 in the position which is separated from the 2nd electrode 40. Thereby, the plasma damage of the processed object 1 can be reduced more.

[0038] In order to reduce this plasma damage, as shown in drawing 1, it is good to adjust the capacity of the impedance adjustment means 60, for example, a variable capacitor, by which insertion contact was carried out between the 2nd electrode 40 and ground potential. For this reason, the electric charge to the processed object 1 which is close by adjusting the capacity of the variable capacitor 60 in the impedance of the course which flows via this 2nd electrode 40 is controllable. As a result, the electric damage of the processed object 1 can be reduced. In order to adjust the impedance of an above-mentioned course, it may change into a variable capacitor and insertion connecting of the coil which can change a reactance may be carried out.

[0039] According to this example method, since discharge does not arise directly between the processed objects 1, even if the treated surface 1a of the processed object 1 has unevenness, abnormal discharge etc. do not arise between the heights and generating of the particle from the processed object 1 can also be reduced.

[0040] Since it is stabilized without needing supply of gas, such as helium, and surface creepage can be formed by using a 10-kHz low frequency wave, in this example method, a running cost can also be reduced, as mentioned above. However, the frequency of the volts alternating current impressed to an electrode may use high-frequency power, such as 13.56 MHz, in addition to the above-mentioned thing, for example. The damage produced in an electrode can be controlled more by using 13.56-MHz high frequency, and the processed object 1 and the particle from the both sides of the 1st and 2nd electrode 30 and 40 can be prevented and processed. It is also possible to produce surface creepage, without needing gas, such as helium which is easy to excite plasma, even if it uses this high-frequency power.

[0041] In this example device, the outside of the 2nd electrode 40 is formed more greatly than the outside of the 1st electrode 30 as shown in drawing 1. This reason is explained with reference to drawing 4 (A) and (B). Drawing 4 (A) and (B) shows typically the discharge formed in the outer edge section of the 1st and 2nd electrode 30 and 40.

[0042] In the case of this example device shown in drawing 4 (A), the discharge region

82 which the line of electric force 80 shown in the figure (A) in the outer edge section of each electrodes 30 and 40 is formed, and is induced based on this is biased and formed at the 1st electrode 30 side. It is lost by this that the processed object 1 is direct made into the discharge region in the outer edge section of an electrode, and the plasma damage of the processed object 1 is reduced. Generating of arc discharge is not induced [ the direct discharge by the electrode 30 and the electrode 40, and ] further. This is because the end face of each electrodes 30 and 40 keeps away spatially, the dielectric 20 moreover exists in that space, so the impedance between the end faces of each electrodes 30 and 40 is increasing. As a result, there is no generating of an electrode damage, without discharge arising directly to be based on the electrode 30 and the electrode 40.

[0043]On the other hand, when the outside of the 1st and 2nd electrode 30 and 40 is made the same, the discharge region 92 which the line of electric force 90 as shown in drawing 4 (B) is formed, and is induced based on this will be projected and formed rather than the undersurface of the 2nd electrode 40. In this case, the processed object 1 will be exposed to this discharge region 92, and the plasma damage of the processed object 1 will arise. It will not come out so much, in the case of drawing 4 (B), discharge will arise directly between the end faces of each electrodes 30 and 40, and a destructive damage will arise in each electrodes 30 and 40. That is, it is because the end face of each electrodes 30 and 40 approaches spatially as compared with the case of drawing 4 (A) in the case of drawing 4 (B), the dielectric 20 moreover does not exist in the space, so impedance in the meantime falls substantially.

[0044]By this example, the electrode pattern part formed in the 2nd electrode 40 is made into the shape of either drawing 2 (A) or drawing 2 (B) about the electrode pattern part of the 2nd electrode. Since in any case two or more openings 42 are formed in the 2nd electrode 40 and the above-mentioned surface creepage field [ each / of this opening 42 ] 72 is induced, the total area of a surface creepage field is expanded and the processing rate of the processed object 1 can be raised.

[0045]The size of the one opening 42 is made small by forming two or more openings 42 in the 2nd electrode 40. As a result, via this opening 42, the field where the processed object 1 meets the 1st electrode 30 and directly can be made to reduce, and it is effective in this preventing the discharge to the processed object 1 directly. When this point is taken into consideration, it is more preferred than the electrode pattern part 46 shown in drawing 2 (B) to adopt the electrode pattern part 44 of drawing 2 (A) which can make the size of the opening 42 small.

[0046]Other reasons for adopting each electrode pattern part 44 shown in drawing 2

(A) and (B) or 46 are that there is an effect which can shield the electromagnetic waves which use this electrode pattern 44 or 46 as an earth shield mesh, and face to the processed object 1. With shielding the electromagnetic waves which face to the processed object 1, the electric damage produced on the processed object 1 can be reduced. In order to heighten this shielding effect, it is good to determine the size of the opening 42 in consideration of the wavelength of electromagnetic waves. If the width W1 of the opening 42 shown in drawing 3 is set up shorter than the wavelength of electromagnetic waves, the shielding effect of electromagnetic waves will increase. However, since the surface creepage field 72 cannot be formed in the opening 42 of the 2nd electrode 40 unless electromagnetic waves pass at all via the opening 42, this point should also be taken into consideration and the width W1 of the opening 42 should be determined.

[0047]By setting the width of each electrode pattern part 44 shown in drawing 2 (A) and (B), or the line and space of 46 as a request, plasma density of the surface creepage field 72 induced in the opening 42 can be made high, and a processing rate can be raised. This reason is explained with reference to drawing 5.

[0048]Drawing 5 is a representative circuit schematic of the electrode 10 for surface creepage formed between the low frequency power source 50 and ground potential. Since the 1st and 2nd electrode 30 and 40 has countered via the dielectric 20, a capacitor is formed between this opposite and a resisted part also exists. The capacity C1 and the resistance R1 which are shown in drawing 5 are the equivalent capacity and equivalent resistance which exist between the center position of the electrode pattern part 44 of the 2nd electrode 40, and the 1st electrode 30. The capacity C2 and the resistance R2 which are shown in drawing 5 show the equivalent capacity and equivalent resistance which exist between the side 40a of the 2nd electrode 40, and the 1st electrode 30.

[0049]Here, the low frequency power which the equivalent capacity C1 becomes so high that the width W2 of the electrode pattern part 44 is large, therefore is consumed with this equivalent capacity C1 also becomes large. On the other hand, the equivalent resistance R1 is so large that the width W2 of the electrode pattern part 44 is small, and the low frequency power consumed by this equivalent resistance R1 also becomes large.

[0050]What is necessary is here, just to lessen low frequency power consumed by the equivalent capacity C1 and the equivalent resistance R1, respectively, in order to make high plasma density of the surface creepage field 72 induced in the opening 42 of the 2nd electrode 40. It is because the low frequency power consumed by the

equivalent capacity C2 and the equivalent resistance R2 increases by this.

[0051]Therefore, each width of the line and space of the electrode pattern parts 44 and 46 shown in drawing 2 (A) or drawing 2 (B), respectively, It is the range of about 0.1–5 mm, and in consideration of the above-mentioned point, the plasma density in the surface creepage field 72 is high, and, moreover, the discharge area should set it as the optimum value which can be secured comparatively widely.

[0052]When the 1st and 2nd electrode 30 and 40 has countered mutually as considered by drawing 5, a capacitor will be formed there and a loss will arise by the electric power consumed by this capacitor. In order not to form such a capacitor, it is good to adopt one composition of drawing 6 (A) – (C).

[0053]Drawing 6 (A) – (C) all forms the opening 32 in the 1st electrode 30 in the position which is the opening 42 of the 2nd electrode 40, and un-counterling. The electrode pattern part 34 will be formed also in the 1st electrode 30 by forming this opening 32.

[0054]Drawing 6 (A) both sets up identically width W3 of the opening 32 of the 1st electrode 30, and the width of opening 42W1 of the 2nd electrode 40. If it carries out like this, the width W4 of the electrode pattern part 34 of the 1st electrode 30 is in agreement with the electrode pattern part 44 of the 2nd electrode 40, or the width W2 of 46.

[0055]In the case of drawing 6 (B), width W3 of the opening 32 of the 1st electrode 30 is made narrower than the width W1 of the opening 42 of the 2nd electrode 40. Similarly, in the case of drawing 6 (C), width W3 of the opening 32 of the 1st electrode 30 is set up more widely than the width W1 of the opening 42 of the 2nd electrode 40.

[0056]Drawing 6 (A) In – (C), since the field where the electrode pattern parts of the 1st and 2nd electrode 30 and 40 meet is completely lost or it is remaining slightly, the above equivalent capacity C1 is reduced. By reducing the electric power consumed with this equivalent capacity C1, plasma density of the surface creepage field 72 induced in the opening 42 can be made high.

[0057]In the example shown in drawing 1 about the manufacturing method of the electrode 10 for surface creepage, the dielectric 20 and the 1st and 2nd electrode 30 and 40 are formed as a thin film, respectively.

[0058]The 1st and 2nd electrode formed in both sides of this dielectric 20 can be formed using various methods. One of them is using thin film coating technology, such as a sputtering technique. After thin film forming, in order to form the electrode pattern part 44 shown in drawing 2 (A) and (B), or 46, it is good to adopt one method of the following. One of them uses the lithography step established in the



semiconductor manufacturing process. Other one is using the leaser cutting method which cuts a minute pattern by a laser beam. As techniques other than thin film coating technology, comparatively cheap printing technique, such as silver paste or coppering, can also be used, for example.

[0059] Since the 2nd electrode 40 is directly exposed to plasma about the protective film formed in the 2nd electrode 40, as shown in drawing 7, it is good to cover this 2nd electrode 40 with the high protective film 100 of plasma-proof nature. The anti-oxidation characteristic can be mentioned as one of the plasma-proof characteristics. That is, in order to prevent deterioration by the oxidation on the surface of the 2nd electrode 40 that originates in plasma and is produced, it is good to form oxide films, such as  $\text{SiO}_2$ , for example. There is heat resistance as one of everything [ the ] but the plasma-proof characteristic. In order to secure heat resistance, when the 2nd electrode is aluminum (aluminum), for example, it is good to form the protective film 100 with the refractory metal whose melting point is higher than it. As mentioned above, also when the 2nd electrode 40 is formed in silver paste, coppering, etc., it is good to coat the surface with  $\text{SiO}_2$  etc. After forming the electrode pattern part 44 or 46 for the thin film which consists of construction material, such as Cr, aluminum, and Tr, similarly through a lithography step, the surface can also be coded in  $\text{SiO}_2$  etc. When the contents of processing are etching, since there is no etching-proof nature in  $\text{SiO}_2$ , it is unsuitable as a protective film. In this case, it is good to use for example,  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$  etc. as the protective film 100.

[0060] If directly possible [ in a refractory metal / with a film ] on the surface of the dielectric 20, the refractory metal will serve both as the 2nd electrode 40 and protective film 100. However, it is good for forming the metal thin film which is easy to carry out with a film as a ground generally to make it desirable, and to form a refractory metal from on the.

[0061] In consideration of the 1st and 2nd electrodes 30 and 40 and dielectric 20 including this protective film 100 serving as a generation factor of emergency particle, impurity concentration is low, and, as for especially the impurity of a Na system, not containing as much as possible is preferred.

[0062] Although the electrode 10 for surface creepage was used as the plate shaped electrode, it can constitute from an example shown in drawing 1 about other shape of the electrode for surface creepage in other various shape. For the purpose, what is necessary is to form the dielectric 20 with the material which has FURESHI kibble nature, such as glass fiber, Teflon (trade name), or polyimide, for example, and just to form the 1st and 2nd electrode 30 and 40 in both sides of this dielectric 20 as a thin

film. If it carries out like this, the electrode 10 for surface creepage is processible into various cubic shape, such as cylindrical shape, rectangular pipe shape, conical shape, or doughnut shape, for example. And if the electrode 10 for surface creepage is made into cylindrical shape when the processed object 1 is a hollow pipe, for example, it will become possible to carry out the surface treatment of the internal surface or outside surface of this hollow pipe.

[0063]Other composition of a surface treatment device next is explained with reference to drawing 8 - drawing 10 about other examples of a surface treatment device.

[0064]Drawing 8 is an A-A sectional view in the top view of the device shown in drawing 9, and drawing 10 is a B-B sectional view in drawing 9. This surface treatment device is provided with the following in drawing 8.

The 1st electrode 110 that consists of a comparatively heavy-gage metal block.

The dielectric 112 and the 2nd electrode 114 which were formed in the undersurface, respectively.

The electrode pattern part of this 2nd electrode 114 is formed in the shape of either drawing 2 (A) or drawing 2 (B). The 1st electrode 112 is connected to the AC power supply which is not illustrated. The electrode for surface creepage of these three-tiered structures is supported by the electrode pattern part of the 2nd electrode 114, the 1st metal holders 116 through which it flows, and the 2nd metal holders 118 at the base panel 120. And the base panel 120 is grounded. The electrode for surface creepage of these three-tiered structures is supported by the base panel 120 also with the 1st - the 3rd insulator 122-126.

[0065]In this example device, as shown in drawing 10, the vacuum suction part 130 is formed in the 1st electrode 110 that consists of a metal block. And if it is during processing, the dielectric 112 and the 2nd polar zone 114 are attracted via this vacuum suction part 130 to the 1st electrode 110 side of the rigid body which consists of a metal block. Even if temperature up is carried out by plasma and curvature tends to arise in the dielectric 112 and the 2nd electrode 114 by this, this curvature is prevented by above-mentioned vacuum suction.

[0066]Furthermore, by this example, as shown in drawing 10, the passage 132 for temperature control media is formed in the inside of the 1st polar zone 110 that consists of a metal block. And in this example, circulation feed of a cooling medium, for example, the chilled water, is carried out to this passage 132 inside.

[0067]By this vacuum suction part 130 and the passage 132 for refrigerants, the dielectric 112 and the 2nd electrode 114 can always be stuck to the 1st electrode 110

side, and heat exchange can be performed. Thereby, the dielectric 112 and the 2nd electrode 114 by which temperature up was carried out can be cooled.

[0068]Furthermore, this example device has the block 134 for gas supply shown in drawing 10 on the side of the downstream of the move direction C of the processed object 1 shown in drawing 9. This block 134 for gas supply has the reservoir room 136 in which the gas supplied from the outside is accommodated. The gas accommodated in this reservoir room 136 is supplied toward the direction of D of the transportation direction C and opposite direction of the processed object 1, as shown in drawing 9 via the gap between the blocks 134 for gas supply.

[0069]By having this composition, if it is raw gas other than the atmosphere, for example, ashing treatment, and is  $O_2$  gas and an etching process, the gas for processing, such as  $CF_3$ , can be turned to the processed object 1, and can be supplied certainly.

[0070]The electrode 150 for surface creepage shown in drawing 11 about other constructional examples of the electrode for surface creepage, The point of having the 1st electrode 142 connected to the low frequency power source 50 in one field of the 1st dielectric 140, and having the 2nd electrode 144 grounded via the variable capacitor 60 in other fields of the 1st dielectric 140 is the same as the example shown in drawing 1.

[0071]Further, in the opening 144a of the 2nd electrode 144, it is enclosed and the electrode 150 for surface creepage shown in drawing 11 has embedding or the 2nd dielectric 146 to which flattening of the 2nd electrode 144 is carried out. Although this 2nd dielectric 146 may be formed in solid form like the 1st dielectric 140, it is good also as fluids, such as FURORINATO (trade name), for example.

[0072]This electrode 150 for surface creepage has the 3rd dielectric 148 that covers the undersurface side of the 2nd electrode 144, for example, consists of quartz plates etc. further.

[0073]And by supplying low frequency power between the 1st and 2nd electrode 142,144, as shown in drawing 11, it is the opening 144a of the 2nd electrode 144, and a position which counters mostly, and the surface creepage field 152 is formed in the undersurface side of the 3rd dielectric 148, respectively. It becomes possible to process the treated surface 1a by making the active species generated in this surface creepage field 152 adhere to the treated surface 1a of the processed object 1 like the example shown in drawing 1.

[0074]Under the present circumstances, since the 3rd dielectric 148 functions as the protective film 100 shown in drawing 7, the plasma damage of the 2nd electrode 144

can be reduced.

[0075]Drawing 12 shows the constructional example of further others of the electrode for surface creepage. The electrode 160 for surface creepage shown in drawing 12 has the 1st electrode 172 on the upper surface of the 1st dielectric 170, and has the 2nd dielectric 174 on the undersurface. And the 2nd electrode 176 that has an electrode pattern part shown in drawing 2 (A) or (B) is built in this dielectric 174 inside of the 2nd.

[0076]Also in this case, it is the opening 176a of the 2nd electrode 176, and a position which counters, and the surface creepage field 180 is formed along the surface of the 2nd dielectric 174. Therefore, the active species generated in this surface creepage field 180 enables it to process the treated surface 1a of the processed object 1. It functions as the protective film 100 of drawing 7, and the 2nd dielectric 174 is made to serve a double purpose as a support member which supports the 2nd electrode 176.

[0077]This invention is not limited to the above-mentioned example, and various modification implementation is possible for it within the limits of the gist of this invention. Although each above-mentioned example induced surface creepage under atmospheric pressure or the pressure of the neighborhood and this was checked by this invention person etc. in the experiment, it is thought possible to carry out this invention under a vacuum atmosphere.

[0078]As the processed object 1 processed by this invention device or a method, If aimed at electronic parts, such as IC which could apply various things according to the processing purpose, and was packed especially, a silicon substrate, the glass substrate used for a liquid crystal display (LCD), etc., it will become possible to process without producing the defect resulting from a plasma damage.

[0079]